

SMART HOME SYSTEM WITH THE ‘RASPBERRY PI’

Lukáš Lokajíček

Master Degree Programme (2), FEEC BUT

E-mail: xlokaj06@stud.feec.vutbr.cz

Supervised by: Michal Pavlík

E-mail: pavlik@feec.vutbr.cz

Abstract: This article deals with the design of the Smart Home System (SHS), which takes advantages of the 'Raspberry Pi' single-board computer. The concept is focused on reliability, extensibility and low acquisition price. Background research about the concept of SHS was carried out and elimination of found weaknesses turned into aim of this project. The 'Raspberry Pi' takes care of home automation and provides user to access across various platforms thanks to the implementation of own binding program for openHAB.

Keywords: Smart Home System, Raspberry Pi, RS-485, UART, TCP, openHAB

1 ÚVOD

V dnešní době se kladе velký důraz na ekologii, úsporu energie a v neposlední řadě na komfort. Pro většinu lidí je právě domov místem, kde si mohou odpočinout. Nabízí se tedy myšlenka upravení domu tak, aby nám co nejvíce zpřijemnil relaxování, zajistil bezpečí a zároveň uspokojil myšlenku úspory energie a tím ulehčil i přírodě. Právě těmito rysy disponuje inteligentní domácnost.

Studie od firmy Microsoft za spolupráce Washingtonské univerzity upozorňuje na problémy spojené se systémy inteligentních domácností (SID): vysoká pořizovací cena, nedostatek flexibility nabízených možností, špatná ovladatelnost a těžko dosažitelná bezpečnost. [1] Tyto nedostatky odstraňuje předkládaný projekt.

2 SÍŤ A KOMUNIKAČNÍ ROZHRANÍ INTELIGENTNÍ DOMÁCNOSTI

Důležitým požadavkem sítě pro inteligentní domácnost je spolehlivost, proto byl výběr zaměřen na průmyslové sítě, které se vyznačují vysokou spolehlivostí. Druhým požadavkem je komunikace na velkou vzdálenost. I když se bude jednat o malou domácnost, může disponovat větším počtem zařízení, jejichž propojení může být spleť, a tím délka sítě značně naroste. Také nenáročnost na management komunikace, finanční nenáročnost a omezení nabídky sběrnic, které jsou podporovány mikrokontroléry, se odráží ve výběru optimální sítě a komunikačního rozhraní. Všechny tyto požadavky splňuje komunikační standard RS-485, který je spojován s univerzální asynchronní sériovou komunikací UART (*Universal Asynchronous Receiver/Transmitter*). Vlastnosti toho standardu umožňují komunikaci až na 1200 m, s rychlostí 100 kbps a to až mezi 256 zařízeními, dle použitých linkových převodníků. S výhodou dvojnásobné prostupnosti dat duplexní komunikace oproti poloduplexní byla vybrána komunikace duplexní. Komunikace je 9bit, jež poslední bit reprezentuje, zda se jedná o datový či adresový rámec. Tento protokol s výhodou umožňuje hardwarové filtrování zpráv zařízeními, která vyčkávají na příjem své adresy a následně obdržení datových bytů, čímž se sníží vytěžování μ PC v modulech sítě. I přesto, že jsou v komunikaci komponenty podřízené a jedna nadřízená, tak komunikace může být zahájena jakoukoliv jednotkou, což přispívá ke snížení spotřeby energie. Komunikace je opatřena cyklickým redundantním součtem, který zajišťuje do značné míry kontrolu správnosti přenosu. Doručení zprávy zajišťuje odesílání potvrzovací zprávy o korektním přijetí zprávy adresovaným modulem. Ač se navyšuje správa komunikace, je tím zejména zajištěna důležitá spolehlivost.

3 MODULY INTELIGENTNÍ DOMÁCNOSTI

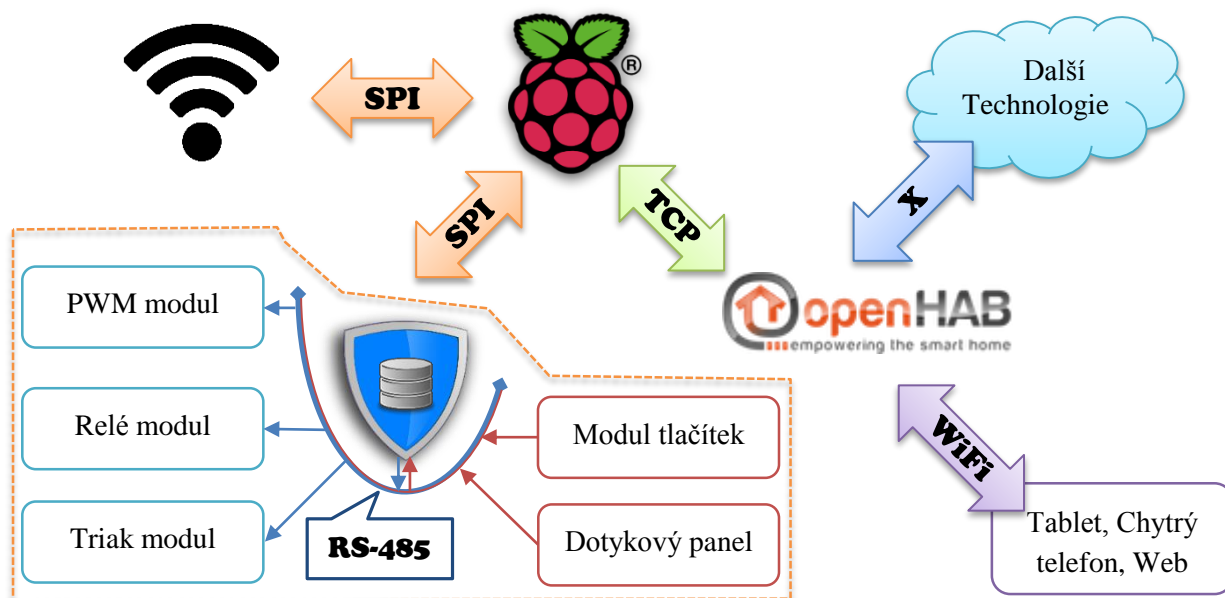
Moduly mají určité rysy společné: 5V napětí pro mikrokontrolér ATmega, linkové převodníky z diferenčního výstupu na napětí proti nulovému potenciálu a možnost přeprogramování modulu. Podle typu je modul buď napájen ze sběrnice, nebo dodává energii do sběrnice.

Mezi uživatelské vstupy jsou zařazena *tlačítka na zdi* patřící ke konvenčním ovládacím prvkům domácnosti. Na zeď můžeme také umístit podsvícený *dotykový panel*, jehož výhodou je využití posuvníků a piktogramů, čímž se zvýší přehlednost a komfort ovládání. Luxusnější variantou je umístění *dokovací stanice pro tablet* přímo na stěnu, v němž je nahrána aplikace pro ovládání a přehled inteligentního domu. Velmi populárním a univerzálním rozhraním je *mobilní a webová aplikace*.

Prvky ovládané inteligentní domácností jsou: obecně *osvětlení*, zejména pak LED pásy, které lze s výhodou stmívat a upravit tak světlost dle pronikajícího světla z venku. Vykreslení barevných scén zajistí RGB LED pásy. Spínání silnoproudých obvodů pomocí *relé modulů* rozšíří možnosti automatizace, jako je časové rozsvícení světla, zapnutí ventilátorů, ovládání rolet či závěsů a také připínání a odpinání síťových okruhů od napájení. *Ovládání elektronických termohlavic* je příhodné zejména v přítomnosti ústředního topení. *Modul pro řízení kotlů* s výhodou využívá možnosti jejich externího řízení. Zvýšení pohodlí při otevírání dveří na dálku zajistí *modul pro otevírání dveří*.

Implementované snímače přináší do SID informace o dění v domě, na jejichž základě je možno automatizovat SID. *Snímače pohybu* mohou detekovat pohyb v domě, či počítat lidi prošlé rámem dveří. *Snímání intenzity osvětlení* vylepšuje světelný management možností nastavení světlosti v místnosti. *Teploměr a vlhkoměr* se podílejí v řízení teploty v místnosti a to jak absolutní, tak i pocitové. Pro bezpečnost může sloužit *senzor plynů*, který hlídá únik plynu. *Senzor hladiny vody* upozorní uživatele, na únik vody např. z pračky. *Kamery* mohou zastupovat prvek bezpečnostní, kdy je v případě zaznamenaného pohybu kamera spuštěna a je možno ukládat videozáznam na server. Stejně tak s nimi může uživatel přes mobil zjistit, kdo stojí u vchodových dveří. *Snímače polohy dveří a oken* se uplatní v bezpečnostním managementu, ale stejně tak dobře i v řízení vytápění domu.

4 MOZEK INTELIGENTNÍ DOMÁCNOSTI



Obrázek 1: Přehled propojení celého systému inteligentního domu

Mozkem celé inteligentní domácnosti je program Master spuštěný na jednodeskovém počítači Raspberry Pi (RPi), viz **Obrázek 1** → malina. Program Master obstarává jak komunikaci po síti inteligentního domu, tak přijímá řídicí příkazy z intranetu. Pro kompatibilitu komunikace mezi RPi

a sběrnici slouží RPi shield, který obousměrně překládá zprávy. Mimo jiné tento shield zajišťuje vyvznávání paměti, kontrolu správnosti příchozích zpráv a odesílá potvrzovací zprávy, aby bylo jejich vybavení co nejrychlejší. **Obrázek 1** ukazuje v levém dolním rohu některé moduly na sběrnici SID.

Program Master, napsaný v jazyce Java, vyhodnocuje veškerou komunikaci probíhající na sběrnici a s ohledem na konfiguraci odpovídá na zasílané požadavky. Například zajišťuje ovládání prvků inteligentní domácnosti v závislosti na stisknutém tlačítku, které může být dynamicky měněno dle potřeby uživatele domu. Ukládá stavy a nastavení implementovaných modulů, stejně tak umožňuje měnit jejich parametry. Konfigurace programu je uložena v XML formátu. Grafické prostředí programu nabízí úpravy podmínek závislých na událostech v SID. Administrátorský přístup na nejvyšší úrovni je zprostředkován jak konzolovým oknem, zobrazujícím komunikaci na sběrnici v hexadecimálním formátu, tak oknem s grafickou reprezentací prvků SID. Poslední z důležitých funkcí tohoto programu je spuštění TPC serveru a propojení Master programu spolu s programem openHAB.

OpenHAB je software určený pro automatizaci domu a integrování různých technologií pro inteligentní domácnost. Výhodou je také zcela otevřený kód toho softwaru, což umožňuje dopisování vlastních propojovacích programů v Javě. Původně byl napsán vlastní program pro ovládání SID přes intranet, ale na konec byl zvolen openHAB, protože nabízí propracované ovládání, lepší grafiku, aplikace pro chytré telefony (Android, iOS), ale hlavně umožňuje propojování různých technologií. Tyto možnosti spolu s novou verzí programu byly natolik přesvědčivé, že byl napsán propojovací program pro openHAB a momentálně je možné ovládat nově vzniklý SID přes tento software.

5 ZÁVĚR

Předkládaný projekt odstraňuje úvodem zmíněné problémy nesoucí se v oblasti inteligentních domů. Přesněji se jedná o vysokou pořizovací cenu, jež byla odstraněna návrhem levné sítě a modulů řešených jednoduše a efektivně. Nedostatek flexibility nabízených možností je odstraněn podstatou projektu, který je zpracováván od začátku do konce a je tedy možné téměř cokoliv na vyžádání přidat. Systém je taktéž připraven na rozšíření o bezdrátovou část sítě, což také zvyšuje flexibilitu, ale i dostupnost navrhovaného systému pro domácnosti s již hotovou elektroinstalací. Špatná ovladatelnost je pokročena větším počtem uživatelských vstupů, které byly vyjmenovány ve 3. kapitole. Využití programu openHAB přineslo spoustu nových možností, které pomáhají jít proti výše zmíněným problémům. Doposud na našem trhu nabízených systémů inteligentních domácností se firmy snaží být osamostatněny a tím donutit zákazníka, aby nadále již spolupracoval pouze s prvotně oslovenou společností. Nepřekonatelnou výhodou je to, že openHAB umožňuje ovládat již dříve nainstalovaný systém inteligentního domu, a proto je možné stávající systém rozšířit o systém popsany v této práci a spojit vše do jednoho funkčního systému, který má jednotné ovládání.

Odpovědí na otázku zabezpečení je příprava této nabídky. Zabezpečení je potřebné navrhnout tak, aby splňovalo veškerou legislativu. Prozatím projekt obsahuje prvky, které se dají považovat za zabezpečovací, ale pouze z funkčního hlediska. Z legislativního hlediska není možné je takto označovat, jelikož nebyla legislativa zakoupena, a proto ani návrh modulů pro zabezpečení nenásleduje její požadavky. Ovšem do budoucna je s tímto rozšířením počítáno, jelikož je nezbytnou součástí inteligentního domu. Navržený systém je zcela funkční a provozován v reálných podmínkách.

REFERENCE

- [1] BRUSH, A.J. Bernheim, Bongshin LEE, Ratul MAHAJAN, Sharad AGARWAL, Stefan SAROIU a Colin DIXON. *Home Automation in the Wild: Challenges and Opportunities* [online]. 2011 [cit. 2016-10-19]. Dostupné z: https://www.microsoft.com/en-us/research/wp-content/uploads/2016/02/HomeOSCHI_cameraready_Final.pdf